

 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	Proyecto IPEG Inspección especial de cilindros Procedimiento de Inspección para la Prueba Visual Externa de cilindros de GLP		 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
Código: PI001	Versión: 02	Fecha: 2016-05-23	Página 1 de 15

COPIA CONTROLADA

1. Propósito y Alcance

Este procedimiento comprende las acciones necesarias para verificar mediante inspección visual externa, el estado físico de los cilindros portátiles para gas licuado de petróleo (GLP) que se encuentran en uso y que son distribuidos por las plantas envasadoras del país.

2. Definiciones

Abolladura: depresión en la superficie que no ha penetrado ni removido metal.

Área de corrosión: cuando existe una superficie corroída que no excede el 20% de la superficie del cilindro.

Calibración: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

Casquetes (superior e inferior): partes metálicas del recipiente, de forma semiesférica o semielíptica.

Cilindro o recipiente portátil: recipiente contenedor hermético para el almacenamiento de GLP, que por su masa y dimensiones puede manejarse manualmente.

Corrosión general: cuando existe una superficie corroída que excede el 20% de la superficie del cilindro.

Cortadura o ranura: corte simétrico donde el metal ha sido removido o redistribuido.

Grieta: fractura en el casco asimétrico, no sigue una línea recta.

GLP: gas licuado de petróleo.

Elaborado por:
Coordinador Técnico
Fecha: 2015-06-25

Revisado por:
Ingeniero Inspector
Fecha: 2016-04-28

Aprobado por:
Director EQ
Fecha: 2016-05-23

Hendidura corroída: corrosión de la hendidura se produce en el área de la intersección del aro de la base o cuello protector de la válvula.

Hoyos en cadena: serie de hoyos o cavidades corroídas de ancho limitado a lo largo o alrededor de la circunferencia del cilindro.

Hoyos de corrosión: hoyos en el metal que ocurren en zonas aisladas.

Laminación: estratificación del material dentro de la pared del cilindro que aparece como una discontinuidad, grieta protuberancia en la superficie. Se provocan por inclusiones de gas u óxidos metálicos en la lámina con que se fabrican las secciones del cilindro. Se reflejan en o cerca de los cordones de soldadura.

Línea de corrosión: hoyos en cadena.

Pandeo: hinchamiento de la superficie del cilindro.

Pared: Sección cilíndrica del recipiente portátil entre los casquetes superior e inferior.

Planta envasadora: planta que se dedica al envasado y distribución de GLP.

3. Responsabilidades

Es responsabilidad del Coordinador Técnico velar por el cumplimiento de los lineamientos estipulados en este documento y del Ingeniero Inspector realizar las inspecciones de acuerdo a este documento.

4. Descripción de las actividades

4.1 Materiales y equipo

- 4.1.1** Medidor de espesor de pared por ultrasonido con un rango de medición mínimo de 0,6 mm a 50 mm y una resolución de medición mínima de 0,01 mm. Deberá ser apropiado para el rango de velocidades del sonido a través de los materiales a medir.
- 4.1.2** Sondas de medición de espesores que contemplen el rango de espesores de los contenedores portátiles de gas licuado de petróleo.

- 4.1.3 Bloques patrón (por ejemplo, bloques patrón de paso o individuales) de aleación similar a los materiales de los ítems a inspeccionar, con su respectiva calibración.
- 4.1.4 Cinta métrica flexible, vernier y reglas.
- 4.1.5 Papel cuadriculado de área conocida.
- 4.1.6 Recipiente con agua jabonosa, paños y papel toalla.
- 4.1.7 Cepillo de alambre para limpieza de superficies, libre de berilio, anti-chispa.
- 4.1.8 Espátula metálica para limpieza de superficies, libre de berilio, anti-chispa.
- 4.1.9 Conos de seguridad.

4.2 Condiciones del lugar de trabajo

- 4.2.1 Se debe contar con las siguientes condiciones mínimas para realizar la prueba visual externa en las instalaciones de las plantas envasadoras:
 - a. Área de trabajo techada e iluminada de 15 m² de área como mínimo para el personal y el equipo del organismo de inspección.
 - b. Toma de agua limpia en las instalaciones a no más de 15 m de distancia del área de trabajo.
 - c. Ingreso y movilización del transporte del organismo de inspección a la zona del andén (u alguna otra área apropiada según las condiciones mínimas requeridas de la planta) para descarga de los equipos del organismo de inspección.
 - d. Movilización del transporte del organismo de inspección a la zona de trabajo asignada para cargar y retirar el equipo.
 - e. Asistencia del personal de la planta envasadora para transportar los ítems de su respectivo lugar al área de trabajo asignada (de ser necesaria). Una vez terminada la prueba los cilindros quedarán a disposición de la planta envasadora.

4.2.2 Condiciones de seguridad

- a. El personal del organismo de inspección debe portar como mínimo los siguientes accesorios de seguridad para realizar las inspecciones: zapatos de seguridad antiestático (sin punta de acero), lentes de protección, guantes (en caso de ser necesarios) y vestimenta de algodón (y/o materiales similares).
- b. El personal del organismo de inspección no debe portar accesorios de metal (como anillos, pulseras, aretes, entre otros) que puedan generar chispa.
- c. Se demarcará el área de trabajo durante el periodo de realización de la prueba, donde solo el personal autorizado por el organismo de inspección podrá manipular los ítems a inspeccionar a menos que se indique lo contrario.
- d. Durante el desarrollo de la prueba, ningún camión y/o vehículo podrá transitar a menos de 5 m para evitar vibraciones.

4.3 Inicio de la inspección

Para determinar el inicio de la inspección, se sigue el procedimiento descrito en el documento "Muestreo de cilindros portátiles de GLP para el proceso de inspección", IT001.

4.3.1 Determinación de la cantidad de cilindros portátiles de GLP que se someterán al proceso de inspección visual (Muestreo)

Para la determinación de la cantidad de cilindros de muestra, se sigue el procedimiento descrito para la Prueba Visual Externa en el documento "Muestreo de cilindros portátiles de GLP para el proceso de inspección", IT001.

4.3.2 Preparación de los cilindros portátiles de GLP para inspección

Una vez que se ha establecido la muestra de los cilindros a inspeccionar, se procede a remover de su superficie externa cualquier fragmento de recubrimiento flojo, productos de corrosión, alquitrán, aceite o alguna otra sustancia foránea, en caso de ser necesario. Estas deben ser removidas con cepillo de alambre anti-chispa o algún otro método que garantice la limpieza.

4.3.3 Inspección Visual Externa de los Cilindros Portátiles de GLP

Se inspecciona visualmente toda la superficie de los cilindros que fueron seleccionados en el punto 4.3.1 y preparados de acuerdo al punto 4.3.2. La inspección consiste en 17 tipos de verificaciones las cuales se anotan en el registro "Toma de datos para la inspección visual externa de cilindros de GLP", R01-PI001.

- 4.3.3.1 Verificación 1: Colocar en el registro R01-PI001 el número de serie de cada cilindro inspeccionado, la clase de cilindro (ver Figura 1), y verificar que posea el certificado del fabricante (se acepta copia del certificado de fabricante original o copia del certificado de recalificación, constatando su serie troquelada en el cuello del cilindro en ambos casos). Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir poseen toda la información troquelada, así como el certificado del fabricante.

Para aquellos cilindros que no sean conformes, es decir no tengan la información indicada, sea ilegible o no se indique a que información corresponde y/o no tengan al certificado del fabricante se deberá registrar con una "NC" de no conformidad.

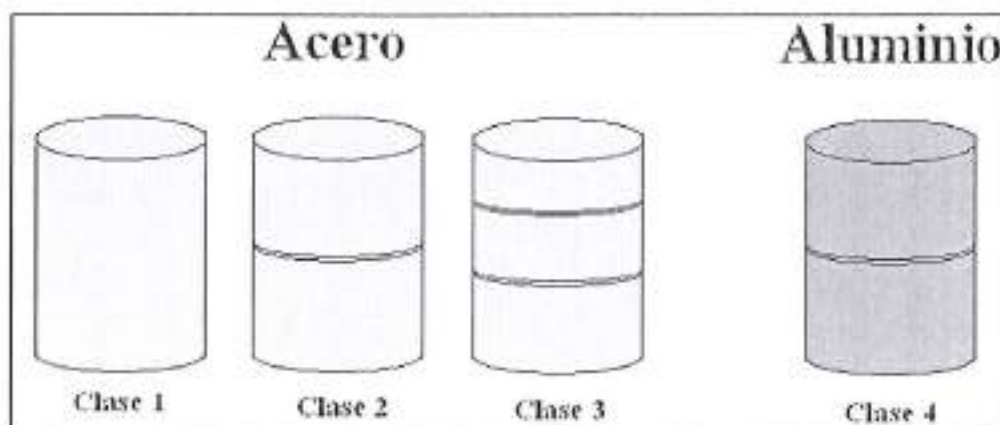


Figura 1. Clase de cilindros GLP

En los casos donde exista duda para diferenciar entre la clase 2 y clase 4, debido a falta de información de identidad del cilindro o mal estado del mismo, se tomará un imán para corroborar si el cilindro es de aluminio o de acero; esto debido a que el aluminio no posee propiedades magnéticas.

- 4.3.3.2 Verificación 2: Verificar que en el cuello del cilindro se encuentre la siguiente información troquelada: (ver figura 2)

1. *Número de serie*
2. *Identificación de la empresa concesionaria y dueña de la marca comercial bajo la que se distribuye el cilindro y su contenido*
3. *La clase de cilindro, seguida de la presión de diseño*
4. *Nombre del país de fabricación*
5. *La expresión "GLP"*
6. *Capacidad nominal de GLP en unidades del SI*
7. *La tara del cilindro en unidades del SI*
8. *Mes y año de fabricación*
9. *Norma de fabricación*

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir poseen toda la información troquelada. Para aquellos cilindros que no sean conformes, es decir no tengan la información indicada, sea ilegible o no se indique a que información corresponde se deberá registrar con una "NC" para cada ítem correspondiente a la información de identificación faltante.



Figura 2. Información de identidad en cuello del cilindro GLP.

- 4.3.3.3 Verificación 3: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea defectos por pandeo en su superficie. Se registra en el R01-PI001

con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen pandeo o hinchamiento en la lámina; y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir que presentan el defecto señalado en cualquier grado.

4.3.3.4 Verificación 4: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea defectos de grietas o laminación. Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen grietas ni laminaciones; y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen cualquiera de los dos defectos en cualquier grado.

4.3.3.5 Verificación 5: Verificar que el cilindro de GLP no posea daños por exposición al fuego como cicatrices, cráteres, zonas endurecidas por el calor, pintura chamuscada, distorsión de la superficie o componentes derretidos (ver Figura 3).

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen ninguno de los defectos mencionados, y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen alguna evidencia de daño por fuego en cualquiera de sus partes.



Figura 3. Daño por fuego en cilindros de GLP

4.3.3.6 Verificación 6: Verificar que la válvula de acoplamiento y la válvula de seguridad del cilindro de GLP no presente los siguientes defectos:

1. Abolladuras
2. Obstrucciones

3. Que la salida de la válvula de seguridad no se encuentre direccionada hacia la abertura del cuello del cilindro.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen abolladuras y/u obstrucciones en las válvulas, además de que la válvula de seguridad este direccionada a la abertura del cuello del cilindro; y con una "NC" para aquellos que no son conformes al menos con alguna de las condiciones indicadas, además se indicará que tipo de defecto presenta el cilindro en caso de tenerlo.

- 4.3.3.7 Verificación 7: Verificar que la base del cilindro presente aberturas para ventilación. Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir poseen abertura de ventilación en la base del cilindro, y con una "NC" para aquellos que no son conformes.

- 4.3.3.8 Verificación 8: Verificar que aquellos cilindros que se encuentren llenos de GLP y marchamados para la venta no presenten fugas. Se removerá el sello de seguridad (termoencogible) de cada cilindro para posteriormente colocar agua jabonosa sobre las válvulas del cilindro mencionadas en la verificación 6 (por espacio de 30 segundos como mínimo), si se detectan burbujas o espuma el cilindro presenta fugas, en caso contrario no presenta fugas.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen fugas en ninguna sección, y con una "NC" para aquellos que no son conformes.

- 4.3.3.9 Verificación 9: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea defectos de cortaduras o ranuras. Se considera como límite de rechazo cuando la profundidad de la cortadura o ranura es tal, que la pared restante posee un espesor de lámina por debajo del mínimo establecido en RTCA 23.01.29:05 para cada clase de cilindro; en caso que se encuentre la intersección de dos o más ranuras, se da el rechazo en todos los casos. Se utiliza el medidor de espesores para realizar esta verificación de ser necesario.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir que no poseen ranuras o las mismas no superan el límite de rechazo establecido; y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir que poseen ranuras que superan el límite de espesor mínimo o se intersectan. Según lo especificado en RTCA 23.01.29:05 numeral 8, se tienen los siguientes espesores mínimos:

Cuadro 1. Espesores mínimos especificados en RTCA 23.01.29:05.

Espesor Mínimo (mm)	Clase 2 y 3-48W	Cuerpo	1,98
		Casquete	1,78
	Clase 1 y 3-4B	Cuerpo	2,28
		Casquete	2,05
	Clase 4	Cuerpo y casquetes	3,55

- 4.3.3.10 Verificación 10: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea defectos por abolladura (ver figura 4). Se considera como límite de rechazo cuando la profundidad de la abolladura supera el 25% de su ancho en cualquier punto; en caso que dentro de la depresión de la abolladura exista adicionalmente un corte o ranura, el límite de rechazo será aquel que exceda los límites establecidos como defecto individual. Para esta verificación se utiliza el vernier y una lámina flexible en caso de ser necesario.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir que no poseen abolladuras o las mismas no superan el límite de rechazo establecido; y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir que poseen abolladuras con o sin ranuras, que superan el límite de rechazo de uno o ambos defectos.

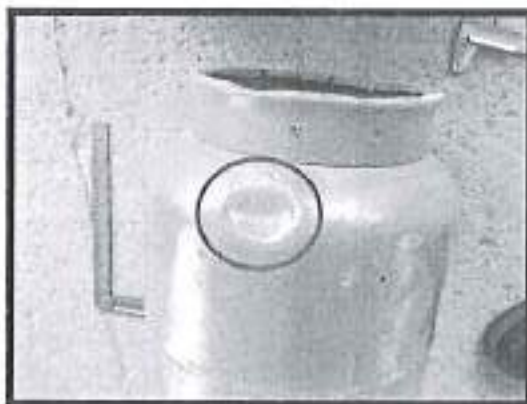


Figura 4. Abolladuras en cilindros de GLP

- 4.3.3.11 Verificación 11: Verificar que entre el tope de la válvula de acoplamiento del cilindro de GLP y el del cuello del cilindro exista una separación mínima de 10 mm. En esta verificación se utiliza una

pieza de madera o metal en forma de "T" con la separación mínima mencionada anteriormente en su punto central.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir, se constata una separación mínima de 10 mm entre los topes de la válvula de acoplamiento y el del cuello del cilindro, y con una "NC" para aquellos que no son conformes.

En caso que el cilindro sea clase 4 (aluminio), se procede al punto 4.3.3.18.; en caso contrario continúe con el punto 4.3.3.12.

- 4.3.3.12 Verificación 12: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea áreas de corrosión. Se considera como límite de rechazo cuando la profundidad de la corrosión supera 0,4 mm (una mayor profundidad puede ser aceptada siempre y cuando el espesor de lámina remanente en el área corroída no es menor que el mínimo permitido para cada clase en el punto 4.3.3.9), si la profundidad es menor que 0,4 mm, pero el espesor remanente es menor al mínimo se considera como límite de rechazo.

La determinación de la profundidad de la corrosión se realizará por diferencia (utilizando el medidor de espesores), según se detalla a continuación:

- a) Se establece el espesor original de la pared (E0) de acuerdo a la ficha técnica de fabricación del cilindro. Si no se cuenta con la información de la ficha técnica, se tomará el espesor mínimo requerido para la clase que corresponda.
- b) Se realiza la medición de espesor en el hoyo, área o hendidura corroída (E1).
- c) Si la diferencia $E0 - E1$ es mayor que la profundidad máxima de corrosión establecida como "Límite de rechazo" para el defecto evaluado, el cilindro no es conforme.

Para determinar el porcentaje del área de corrosión (con respecto al área total del cilindro) se realizará de manera visual en casos donde el área sea claramente muy pequeña en comparación con la superficie total del cilindro o en casos donde el área sea tan extensa que no quede dudas que el valor del porcentaje de área corroída sea mucho mayor que 20% que es el límite por el cual se realiza la

diferencia de los defectos verificados en los puntos 4.3.3.12 y 4.3.3.13.

En casos donde exista duda del valor del porcentaje del área de corrosión (con respecto al área total) se utilizará un papel cuadrículado traslúcido que se colocará sobre la superficie corroída y se calcará la misma en el papel. En la figura 5 se muestra una figura calcada en un papel cuadrículado con área conocida de cada cuadro del papel, por ejemplo, si el cuadro mide 1 cm de lado, se tendría cuadros de 1cm² de área.

Para determinar el área corroída del cilindro se cuentan los cuadros de papel que caen dentro del área calcada. Para los cuadros que están en el perímetro del dibujo, si más de la mitad de uno de esos cuadros cae dentro del dibujo, cuéntelo y márkelo como si fuera un cuadrado entero, de lo contrario no cuente el cuadro.

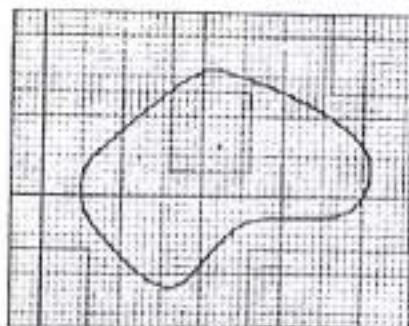


Figura 5. Área calcada en papel cuadrículado.

Una vez que se determinó el área corroída se procede a calcular el porcentaje de área corroída como sigue:

$$\frac{\text{Área determinada}}{\text{Área Estándar}} * 100 = \% \text{Área corroída}$$

Si el valor del porcentaje de área con corrosión es menor o igual a 20% se considerará el defecto como área de corrosión (verificación 12) pero si el valor es mayor al 20% se considerará el defecto como corrosión general y se aplicarán los criterios de conformidad del punto 4.3.3.13.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen áreas de corrosión o la misma no supera el límite de rechazo establecido, y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen áreas de corrosión con profundidades que superan el límite de rechazo establecido.

- 4.3.3.13 Verificación 13: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea corrosión general. Se considera como límite de rechazo cuando la profundidad de la corrosión en cualquier punto supera 0,2 mm (una mayor profundidad puede ser aceptada siempre y cuando el espesor de lámina remanente en el área corroída no es menor que el mínimo permitido para cada clase). La determinación de la profundidad de la corrosión se realizará por diferencia, según se detalla en los puntos a), b) y c) del punto 4.3.3.12. Para determinar el valor del porcentaje de área corroída se seguirán los lineamientos del punto anterior. Para las mediciones de los espesores se utiliza el medidor de espesores correspondiente.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen corrosión general o la misma no supera el límite de rechazo establecido, y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen corrosión general con una profundidad que supera el límite de rechazo establecido en cualquier punto.

- 4.3.3.14 Verificación 14: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea hoyos en cadena o líneas de corrosión. Se considera como límite de rechazo cuando:

1. La longitud total de la línea de corrosión en cualquier dirección excede el 50% de la circunferencia del cilindro, para esta medición se utiliza la cinta métrica flexible.
2. Cuando la profundidad de la corrosión en cualquier punto supera 0,4 mm (una mayor profundidad puede ser aceptada siempre y cuando el espesor de lámina remanente en el área corroída no es menor que el mínimo permitido para cada clase) (se utiliza el medidor de espesores).
3. Cuando la profundidad de la corrosión no se pueda medir.

La determinación de la profundidad de la corrosión se realizará por diferencia, según se detalla en los puntos a), b) y c) de 4.3.3.12.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen líneas de corrosión o la misma no supera el límite de rechazo establecido, y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen líneas de corrosión que superan al menos uno de los límites de rechazo establecidos.

- 4.3.3.15 Verificación 15: Verificar que el cuerpo del cilindro de GLP no posea hoyos de corrosión (Ver Figura 6). Se considera como límite de rechazo cuando la profundidad de los hoyos supera 0,6 mm (una mayor profundidad puede ser aceptada siempre y cuando el espesor de lámina remanente en el área corroída no es menor que el mínimo permitido para cada clase). La determinación de la profundidad de la corrosión se realizará por diferencia y utilizando el medidor de espesores, según se detalla en los puntos a), b) y c) de 4.3.3.12.

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen hoyos de corrosión o la misma no supera el límite de rechazo establecido, y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen uno o más hoyos de corrosión cuya profundidad supera el límite de rechazo establecido.

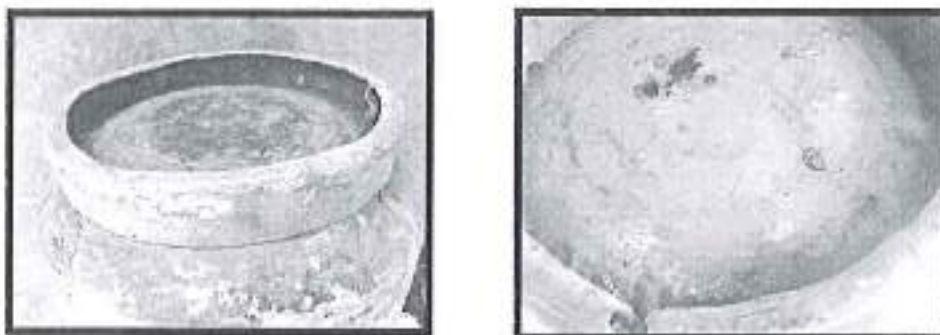


Figura 6. Corrosión en cilindros de GLP

- 4.3.3.16 Verificación 16: Verificar que el cilindro de GLP no posea hendiduras corroídas. Se considera como límite de rechazo cuando la profundidad de la corrosión en cualquier punto supera 0,4 mm o cuando la misma no se puede medir.

La determinación de la profundidad de la corrosión se realizará por diferencia utilizando el medidor de espesores, según se detalla en los puntos a), b) y c) de 4.3.3.12. (una mayor profundidad puede ser aceptada siempre y cuando el espesor de lámina remanente en

el área corroída no es menor que el mínimo permitido para cada clase).

Se registra en el R01-PI001 con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir no poseen hendiduras corroídas o la misma no supera el límite de rechazo establecido, y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen hendiduras corroídas que superan el límite de rechazo establecido.

- 4.3.3.17 Verificación 17: Verificar el espesor del cilindro de aluminio en 2 puntos aleatorios de su cuerpo y/o casquetes, cumpliendo al menos con el espesor mínimo (E_{min}) de acuerdo a su clase, según la especificado en RTCA 23.01.29:05 numeral 8:

a. Cilindros clase 4 (aluminio): 3.55 mm en pared y casquetes.

Se registra en el R01-PI001 de inspección de cilindros de GLP con una "C" para aquellos cilindros que son conformes, es decir poseen espesores de lámina iguales o mayores a los mínimos establecidos de acuerdo a su clase, y con una "NC" para aquellos que no son conformes, es decir poseen al menos un espesor de lámina por debajo del mínimo establecido.

5. Referencias

5.1 Documentos internos

- IT-001. Muestreo de cilindros portátiles de GLP para el proceso de inspección.
- R01-PI001. Toma de datos para la inspección visual externa de cilindros de GLP.

5.2 Documentos externos

- DE-002. Decreto 32921-COMEX-MINAE-MEIC
- DE-010. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 23.01.29:05 "Recipientes a presión. Cilindros Portátiles para contener GLP. Especificaciones de fabricación."
- DE-005. INTE 21.02.03:2014 "Cilindros de gas. Cilindros recargables para gas licuado de petróleo (GLP) - Recalificación."
- DE-013. RIE-122-2015. Lineamientos para la verificación, recalificación y destrucción de cilindros portátiles para almacenamiento de GLP.

6. Modificaciones Temporales

El presente documento podrá ser modificado bajo criterios establecidos con el cliente y/o legislación pertinente. En el cuadro 6.1, se registran los cambios.

Cuadro 6.1. Modificaciones temporales al protocolo.

Periodo de Validez	Ente Emisor	Decreto u oficio	Observaciones
Según lo estipulado por MINAE	MINAE	Según lo estipulado MINAE	En verificación 1: No aplica la verificación del certificado del fabricante si el cilindro inspeccionado no es propiedad de la planta envasadora visitada. Debido al llenado universal de cilindros.

7. Anexos

No Aplica.